

EFFECTO DE LA APLICACION EDAFICA DE BORO Y ZINC EN LA
PRODUCCION DE FRIJOL CAUPI (Vigna unguiculata L.) Var.
CAUPICA M-11 EN SUELOS DE LA ZONA BANANERA DEL
MAGDALENA

ANA MARIA LIZCANO ARREGOCES
ISABEL CRISTINA RUIZ MARTINEZ



Memoria de grado presentada como requisito parcial para optar al título
de Ingeniero Agrónomo.

Director de Memoria de Grado
ELIECER CANCHANO NIEBLES, I.A.

UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA
SANTA MARTA

1996

NOTA DE ACEPTACION

ADALBERTO GOMEZ YOLI

Jurado

REYNALDO LOBATO

Jurado

Santa Marta, enero de 1996

~~tes~~
~~937-1A~~
~~L768~~
IA 00361

019617

DEDICATORIA

Dedico:

A Dios y la Virgen que me han iluminado y guiado para seguir por el camino correcto y así poder alcanzar la meta propuesta.

A mi padre Lucas Lizcano Linero (Q.E.P.D.), quien en vida me dio mucho amor y comprensión, por eso hoy en día con una gran satisfacción le dedico este triunfo.

A mi madre Denis Arregoces de Lizcano, por su cariño, dedicación, confianza y constante motivación para salir adelante.

A mis hermanos: Danilo, Alfredo, Alexis, Yineth Y Eliana, por sus consejos y ayuda incondicional.

A mi novio Edgardo Barros, por su amor y apoyo en todos los momentos difíciles de mi carrera.

A mis cuñadas: Marta Fontalvo y Sergina Steba.

A mis queridos sobrinos: Johann, Keyny y Daniela.

A mi amiga y compañera de tesis: Isabel Cristina Ruiz M.

A mis amigos y compañeros de carrera: Carlos Fergusson, Gustavo d' León, Libia Perez, Eduard Guerra, Ever Cuello y Hernando Barliza.

ANA MARIA

DEDICATORIA

Dedico:

Le doy gracias a Dios por ayudarme a culminar mis estudios y protegerme en todos los momentos difíciles de ellos.

A mi madre Ana Martínez, que con su apoyo, cariño, comprensión y ternura supo compartir conmigo todas las alegrías y tristezas.

A mi hermano Carlos Alberto, que estuvo conmigo incondicionalmente y que yo sé que siempre contaré con él.

A mi padre Efraín Ruiz, que siempre lo comprenderé y estará en mi corazón presente.

A mi hermano Hernando, que siempre estaremos unidos.

A todos ellos quiero decirles que los Amo y que lucharé por encima de todo.

A mi amiga Ana María Lizcano, que con su paciencia supo soportarme toda la carrera.

A mis amigos: Carlos José, Guty, Ever, Eduard, Libia Marta, Nandy, Edgardo Javier, Olarys y en especial a Rony (Q.E.P.D).

ISABEL CRISTINA

AGRADECIMIENTOS

Los autores del presente trabajo de grado expresan sus más sinceros agradecimientos a las siguientes personas y entidades, por la colaboración prestada, gracias a la cual se pudo llevar a cabo dicha investigación.

Eliecer Canchano Niebles, I.A., Director de Memoria de Grado.

Adalberto Gómez Yoli, I.A., Jurado del presente trabajo.

Reynaldo Lobato, I.A. M.Sc., Jurado del presente trabajo.

Guillermo Arieta, I.A. M.Sc., ICA. (Codazzi) Cesar.

Ruben Rocha, Auxiliar del laboratorio de Suelos de la Universidad del Magdalena.

A las Secretarías de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad del Magdalena.

Al cuerpo docente de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad del Magdalena por su contribución en la formación profesional y académica.

Los trabajadores de la Granja Experimental de la Universidad del Magdalena.

RADIO CLUB DEL MAGDALENA

VALA INGENIERIA LTDA.

Y todas aquellas personas que de una u otra manera colaboraron en el desarrollo del presente trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	1
1. ANTECEDENTES	3
2. MATERIALES Y METODOS	12
2.1 DESCRIPCION DEL AREA	12
2.1.1 Localización del ensayo	12
2.1.2 Características generales del área	12
2.1.3 Propiedades físicas y químicas del suelo	14
2.2 DESARROLLO DEL ENSAYO	14
2.3 PARAMETROS EVALUADOS	18
2.3.1 Altura de la planta	18
2.3.2 Número de vainas por planta	18
2.3.3 Longitud de las vainas por planta	18
2.3.4 Número de granos por vaina	18
2.3.5 Peso de cien semillas	18
2.3.6 Producción total en Kg/Ha	19
3. RESULTADOS Y DISCUSION	20

	Pág.
4. CONCLUSIONES	51
BIBLIOGRAFIA	53

LISTA DE TABLAS

TABLA 1.	Análisis inicial de suelo	Pág. 15
TABLA 2.	Tratamientos y números de bloques utilizados en el ensayo de aplicación edáfica de Boro y Zinc en la producción de frijol caupí (<i>Vigna unguiculata</i> L.) var. Caupica M-11, en suelos de la Zona Bananera del Magdalena.	17
TABLA 3.	Altura de las plantas en cm en el cultivo del frijol caupí (<i>Vigna unguiculata</i> L.) en suelos de la Zona Bananera del Magdalena.	21
TABLA 4.	Análisis de varianza para la altura de la planta en cm, en el cultivo del frijol caupí (<i>Vigna unguiculata</i> L.) var. Caupica M-11, en suelos de la Zona Bananera del Magdalena.	21
TABLA 5.	Prueba de tuckey para altura de la planta en cm, en el cultivo del frijol caupí (<i>Vigna unguiculata</i> L.) en suelos de la Zona Bananera del Magdalena.	23
TABLA 6.	Número de vainas por planta en el cultivo del frijol caupí (<i>Vigna unguiculata</i> L.) en suelos de la Zona Bananera del Magdalena.	26

TABLA 7.	Análisis de varianza para el número de vainas por planta en el cultivo del frijol caupí (<u>Vigna unguiculata</u> L.) var. Caupica M-11, en suelos de la Zona Bananera del Magdalena.	Pág. 27
TABLA 8.	Prueba de Tuckey para el número de vainas por planta, en el cultivo de frijol caupí (<u>Vigna unguiculata</u> L.), en suelos de la Zona Bananera del Magdalena.	28
TABLA 9.	Longitud de las vainas en cm, en el cultivo del frijol caupí (<u>Vigna unguiculata</u> L.) en suelos de la Zona Bananera del Magdalena.	30
TABLA 10.	Análisis de varianza para longitud de la vainas por planta en cm, en el cultivo del frijol caupí (<u>Vigna unguiculata</u> L.) var. Caupica M-11, en suelos de la Zona Bananera del Magdalena.	32
TABLA 11.	Prueba de tuckey para longitud de las vainas por planta en cm, en el cultivo del frijol caupí (<u>Vigna unguiculata</u> L.) en suelos de la Zona Bananera del Magdalena.	33
TABLA 12	Número de granos por vaina en el cultivo del frijol caupí (<u>Vigna unguiculata</u> L.) en suelos de la Zona Bananera del Magdalena.	35
TABLA 13	Análisis de varianza para el número de granos por vaina en el cultivo del frijol caupí (<u>Vigna unguiculata</u> L.) var. Caupica M-11, en suelos de la Zona Bananera del Magdalena.	37

TABLA 14	Prueba de Tuckey para el número de granos por vaina en el cultivo del frijol caupí (<u>Vigna unguiculata</u> L.) en suelos de la Zona Bananera del Magdalena.	Pág. 38
TABLA 15	Peso de 100 semillas en el cultivo del frijol caupí (<u>Vigna unguiculata</u> L.) en suelos de la Zona Bananera del Magdalena.	40
TABLA 16	Análisis de varianza para el peso de 100 semillas en el cultivo del frijol caupí (<u>Vigna unguiculata</u> L.) var. Caupica M-11, en suelos de la Zona Bananera del Magdalena.	41
TABLA 17	Prueba de Tuckey para el peso de 100 semillas, en el cultivo del frijol caupí (<u>Vigna unguiculata</u> L.) en suelos de la Zona Bananera del Magdalena.	42
TABLA 18.	Producción en Kg/Ha en el cultivo del frijol caupí (<u>Vigna unguiculata</u> L.) en suelos de la Zona Bananera del Magdalena.	45
TABLA 19.	Análisis de varianza para producción en Kg/Ha, en el cultivo del frijol caupí (<u>Vigna unguiculata</u> L.) var. Caupica M-11, en suelos de la Zona Bananera del Magdalena.	46
TABLA 20.	Prueba de tuckey par la producción en Kg/Ha en el cultivo del frijol caupí (<u>Vigna unguiculata</u> L.) en suelos de la Zona Bananera del Magdalena.	47
TABLA 21.	Análisis final de suelo	48

LISTA DE GRAFICAS

	Pág.
GRAFICA 1. Correlación simple, realizada entre los parámetros producción en Kg/Ha y altura de la planta en cm, para cada uno de los tratamientos, en suelos de la Zona Bananera del Magdalena.	25
GRAFICA 2. Correlación simple, realizada entre producción en Kg/Ha y número de vainas por planta, para cada uno de los tratamientos, en suelos de la Zona Bananera del Magdalena.	29
GRAFICA 3. Correlación simple, realizada entre los parámetros producción en Kg/Ha y longitud de las vainas por planta en cm, para cada uno de los tratamientos, en suelos de la Zona Bananera del Magdalena.	34
GRAFICA 4. Correlación simple, realizada entre producción en Kg/Ha y número de granos por vaina, para cada uno de los tratamientos, en suelos de la Zona Bananera del Magdalena.	39
GRAFICA 5. Correlación simple, realizada entre los parámetros producción en Kg/Ha y peso de 100 semillas en gms, para cada uno de los tratamientos, en suelos de la Zona Bananera del Magdalena.	43

RESUMEN

Con la presente investigación se realizó un estudio, para evaluar la respuesta del frijol caupí (Vigna unguiculata L.) Variedad Caupica M-11 a diferentes dosis de boro y zinc en suelos de la Zona Bananera del Magdalena, a nivel de sombreador en la Granja de la Universidad del Magdalena, Distrito de Santa Marta, departamento del Magdalena, Colombia.

La Zona Bananera del Magdalena se encuentra ubicada en la parte norte del departamento del Magdalena, geográficamente la zona está enmarcada dentro de las coordenadas 74° 13' 00" de longitud oeste con respecto al meridiano de Greenwich y a los 10° 47' 00" de latitud norte con respecto al paralelo del Ecuador.

La zona del ensayo presenta una topografía plana, una altura promedio de siete metros sobre el nivel del mar, una temperatura promedio de 29°C humedad relativa del 72 a 74% y una precipitación de 700 mm anuales.

El diseño estadístico usado, fue el de bloques al azar, con (4) réplicas y (16) tratamientos para un total de 64 unidades experimentales. Las dosis de boro y zinc fueron las siguientes:

BORO

A = 0 kg de Bórax/Ha (Testigo)

B = 30 kg de Bórax/Ha

C = 50 kg de Bórax/Ha

D = 70 kg de Bórax/Ha

ZINC

A1 = 0 kg de Oxido de zinc/Ha

B1 = 40 kg de Oxido de zinc/Ha

C1 = 80 kg de Oxido de zinc/Ha

D1 = 120 kg de Oxido de zinc/Ha

Las fuentes se aplicaron solas y en combinaciones Bórax - Oxido de zinc.

Como planta indicadora se utilizó la variedad de frijol Caupica M-11 (Vigna unguiculata L.). La siembra se realizó colocando cuatro semillas por matera, la germinación ocurrió a los tres días después de la siembra; las materas fueron fertilizadas a los 11 días después de la germinación de las plántulas.

Se evaluaron los siguientes parámetros: altura de las planta en cm, número de vainas por planta, longitud de las vainas por planta en cm, número de granos por vaina, peso de cien semillas en gramos y producción total en Kg/Ha.

El mayor número de vainas por planta (5,7 vainas), número de granos

por vaina (10,40 granos), peso de cien semillas (15,62 gramos), y producción (1383,7 Kg/Ha), se lograron al aplicar 30 - 40 kg/Ha de Bórax y Oxido de zinc respectivamente (T5).

La mayor longitud de las vainas lo obtuvo el T13 (70 Bórax - 40 Oxido de zinc) con 16,9 cm y la menor lo reportó el T1 (0 Bórax - 40 Oxido de zinc) con 14,5 cm.

La mayor altura lo mostró el T6 (30 Bórax - 80 Oxido de zinc) con 112,2 cm y la menor se obtuvo en el T8 (50 Bórax - 0 Oxido de zinc) con 65,3 cm de altura.

INTRODUCCION

La fertilización es uno de los factores más importantes que requiere toda explotación agrícola, con el propósito de aumentar los rendimientos y mejorar la calidad de la producción. Cuando los suelos presentan deficiencias de algunos elementos esenciales para su normal desarrollo, la fertilización se convierte en una práctica necesaria para la obtención de altos rendimientos.

Los micronutrientes permanecieron como simple curiosidad del laboratorio hasta mediados de los años 20, cuando se empiezan a identificar los síntomas de deficiencia en el campo, alcanzando así gran importancia en la producción de cultivos. La importancia de los micronutrientes se ha agudizado debido a la introducción de variedades con elevado potencial de rendimientos, al uso de fertilizantes de alto grado, al aumento de la intensidad de las cosechas y al desarrollo de facilidades de detección y corrección de deficiencias.

De los elementos menores particularmente el boro y el zinc son

deficientes en varias regiones del país como en los suelos de la Zona Bananera del Magdalena en donde se presentan deficiencias del elemento zinc debido a que las concentraciones de éste, están por debajo de las tres partes por millón (ppm), lo que hace que la mayoría de las plantaciones de banano presenten deficiencias si el elemento no es incluido en las fertilizaciones normales.

En lo que concierne al efecto de la fertilización con boro y zinc en los suelos de la Zona Bananera del Magdalena, se utilizaron las fuentes (Borax y Óxido de Zinc), para evaluar cual de las dosis empleadas responde mejor.

Los escasos conocimientos acerca del boro y el zinc, en la nutrición de las plantas es quizás por la menor importancia que a éstos se les ha dado en los cultivos existentes en la región y a nivel nacional; por lo cual se esperan obtener resultados en el cultivo del frijol que permitan darle al boro y al zinc el valor que merecen dentro de las fertilizaciones normales de estos suelos.

1. ANTECEDENTES

El contenido total de micronutrientes de los suelos, depende de la composición de la roca madre y de los diferentes factores que actúan sobre la formación de los mismos. La textura y la cantidad de materia orgánica de los suelos son dos factores importantes. Los suelos con textura fina (altos en arcilla y limo) se derivan de los minerales de más fácil descomposición que son las principales fuentes de micronutrientes. Los suelos de textura gruesa (arena) proceden de los minerales más resistentes y pobre en micronutrientes. La materia orgánica del suelo es muy importante en la disponibilidad de micronutrientes para los cultivos, ya que una gran parte de los micronutrientes aprovechables se encuentran en la fracción orgánica de los suelos. Muchos compuestos orgánicos forman complejos estables con los iones metálicos en el suelo. Estos complejos mantienen los micronutrientes en formas aprovechables al evitar la formación de precipitados insolubles en el suelo (9).

Según Viets (26), los micronutrientes se encuentran en el suelo en

diferentes estados más o menos definidos:

- Fracción cambiabile.
- Fracción absorbida quelatada o ligada.
- Fracción de los minerales secundarios, arcillosos y los óxidos metálicos insolubles.
- Fracción de los minerales primarios.

El contenido promedio de zinc en los suelos oscila entre 5 y 500 ppm, pero la mayor parte es insoluble y no disponible para la planta; sólo una muy pequeña proporción se encuentra en la solución del suelo en estado intercambiable (5).

La solubilidad del zinc en el suelo y de los minerales de zinc es máxima a pH cuatro y mucho menor en condiciones neutras y sobre todo alcalinas. Por debajo de pH 7,7 la forma soluble del zinc predominante es Zn^{2+} , y por encima de este pH la forma mayor $<Zn(OH)_2>$ (10).

El zinc puede ser retenido por las arcillas, la materia orgánica del suelo y minerales calcáreos, lo que hace que su movilidad en el suelo sea muy limitada (16).

La intensidad de la adsorción del zinc aumenta con el incremento del pH (3). A pH bajo, se puede encontrar una cierta cantidad de zinc sobre el

complejo de cambio del suelo, pero a pH elevado el nivel del zinc en la solución del suelo es tan bajo que sólo una cantidad muy pequeña puede ser retenida por el complejo de cambio (12).

La materia orgánica forma complejos con el zinc, los cuales están asociados con los aminoácidos y los ácidos húmicos (23).

La solubilidad del zinc puede mejorar realizando aplicaciones de abonos acidificantes, por ello altas aplicaciones de sulfato de amonio viene a favorecer la formación de sulfato de zinc, que es particularmente móvil en los suelos y por ello se aumenta su asimilabilidad (10).

El zinc forma parte esencial de diversas dehidrogenasas especialmente la dehidrogenasa de los ácidos lácticos, glutámicos y alcoholes dehidrogenasa, y de proteínas y peptidasas (25).

Por otra parte el zinc ejerce una gran función sobre la regulación del crecimiento mediante el alcohol de la síntesis de triptófano (24).

Cuando el zinc se encuentra en baja disponibilidad, ya sea por bajo contenido en el suelo o por otras causas se provocan los síntomas de deficiencias en el cultivo. Pero los excesos del elemento zinc pueden ser causados por altas dosis del fertilizante que lo contenga, por alta acidez en

el suelo, exceso de humedad en el suelo o por interacciones negativas entre macro y micronutrientes (14).

Los síntomas más permanentes de la deficiencia de Zinc son:

- Clorosis entre las nervaduras.
- Reducción del tamaño y malformaciones de los brotes y las hojas.
- Entrenudos cortos causados por la alteración del metabolismo de la auxina.

Los síntomas de deficiencias pueden variar de un año a otro debido a la influencia de la distribución de los cultivos, a las dosis de los fertilizantes fosforados, y a las condiciones climáticas.

El exceso de Zinc se traduce en contenidos anormalmente elevados en la planta que superen las 400 ppm, sin que se pueda realmente fijar el umbral de toxicidad. Estos excesos producen desequilibrios en la nutrición y se ha demostrado que los contenidos de fósforo y hierro en los tejidos vegetales se ven disminuidos (1).

Según García (4), para controlar el efecto tóxico de este elemento basta con elevar el pH del suelo con encalamiento. Esto está relacionado con la inhibición de la absorción de Zinc cuando existe una alta concentración de cationes en el suelo.

Según Guerrero (7), la disponibilidad de Zinc es influenciada en alto grado por los diferentes factores de uso y manejo de suelos, tales como:

—El encalamiento de suelos ácidos tiende a disminuir la disponibilidad de Zinc.

—La fertilización fosfatada.

—Altas aplicaciones de nitrógeno.

—Irrigación con aguas salinas, lo cual puede causar déficit de Zinc.

Lora (13), registra los niveles críticos de Zinc en el suelo para dos extractantes: Uno ácido que va de 0,5 a 1,5 ppm y otro alcalino que va de tres a seis ppm.

Entre los fertilizantes que contienen Zinc:

—Oxido de Zinc ZnO , es una excelente fuente de Zinc que se utiliza como fertilizante radicular simple o se emplea en la elaboración de fertilizantes compuestos. También se usa en la preparación de concentrados y sales para animales. El Oxido de Zinc se disuelve lentamente en el suelo y mantiene Zinc en solución a niveles intermedio por un periodo largo de tiempo. El Oxido de Zinc contiene 87% de Zinc.

—Sulfato de Zinc agrícola ZnSO_4 , es una excelente fuente de Zn y S (30% de Zn y 32% de SO_4). Se utiliza como fertilizante radicular simple o se emplea en la elaboración de fertilizantes compuestos. Es una fuente

apropiada en donde se requieren rápidamente niveles altos de Zn. Se puede aplicar al voleo o en forma localizada.

De acuerdo con Murphy y Walsh (18), las aplicaciones al suelo varían de 2,2 a 22,4 kilogramo de zinc por hectárea con productos minerales. Los datos medios de diversos autores se sitúan más frecuentemente en un abanico de 4 a 8 kilogramos por hectáreas para las plantas sensibles (maíz, sorgo y frijol) en aplicaciones en bandas.

En el Valle del Cauca, las dosis recomendada para sorgo, según Ramírez (21), es de 10 kg/ha como sulfato de zinc para suelos no alcalinos y sulfato de zinc a 0,5% foliar.

Ortiz (19) recomienda en soya aplicaciones de sulfato de zinc a 0,6% cuando el contenido en el suelo es menor a tres ppm de zinc.

Según Berger (2) el contenido de boro total en los suelos varía de 2 a 200 ppm, del cual la mayor parte no es asimilable por las plantas.

El boro se encuentra en el suelo en cuatro estados:

- Formando parte de la estructura cristalina de los minerales.
- Adsorbido o retenido por los coloides del suelo.
- Como anión en la solución del suelo.

—Asociado a la materia orgánica.

La materia orgánica juega un papel importante en la disponibilidad de boro en los suelos (20).

El boro está estrechamente relacionado con la actividad de los meristemos; cuando no hay suministro de boro en el meristemo apical la división celular no es normal. La síntesis de ARN, la formación de los ribosomas y la síntesis de proteínas son procesos fundamentales en los tejidos meristemáticos. En caso de deficiencia de boro todo el proceso meristemático se ve afectado (15).

El boro juega un papel básico en el crecimiento de la planta, está asociado con la actividad celular que estimula la madurez y aumenta la producción. Es indispensable en el transporte de azúcares y almidones de la hoja al fruto.

Los síntomas de deficiencias del boro son los siguientes:

- Detención del crecimiento y desarrollo.
- Deformación de las hojas, enrollamiento y muerte de los tejidos.
- La planta tiene aspecto arroceteado.
- La muerte de los puentes meristemáticos.

—Detención del crecimiento radicular en muchas especies.

La toxicidad con boro se puede presentar en suelos de regiones áridas o semiáridas que reciben aguas de drenajes provenientes de sedimentos marinos ricos en boro, en suelos regados con agua con más de 0,5 ppm de boro y en suelos altamente fertilizados con estas sustancias (6).

Puede esperarse deficiencia de boro cuando los suelos arcillosos contiene menos de 0,8 ppm, los de textura media menos de 0,5 ppm y los suelos arenosos menos de 0,3 ppm. En suelos calcáreos se requiere más de una ppm de boro (22).

Fertilizantes que contienen boro:

—Los abonos simples y abonos mayores NPK, con adiciones boratadas pueden suministrar boro a las plantas.

—Borax $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ es una excelente fuente de boro. Se utiliza como fertilizante simple. Además se emplea en la elaboración de fertilizantes compuestos, como esterilizante del suelo, en la preparación de herbicidas, en el control de hongos en cítricos, en la preparación de compuestos de boro. Este fertilizante contiene 15% de boro.

—Ácido bórico H_3BO_3 contiene 17,5% de boro.

—Borato 48, el cual contiene 14,5% de boro.

Las aplicaciones de boro al suelo son más eficientes en bandas que al voleo, porque en bandas se produce una mayor adsorción de boro por la planta (8).

Shorrocks (22) afirma que la dosis aplicada varía de 0,3 a 3 kilogramo de boro por hectárea (0,3 kg/ha para los cultivos sensible a los excesos como el frijol y hasta tres kilogramo de boro por hectárea para los cultivos tolerantes y exigentes como alfalfa, colinabo y remolacha).

Para suelos alcalinos del Valle del Cauca (pH 7,3), Ortiz (19) recomienda para el cultivo de la soya de uno a dos kg/ha de boro; si la fertilización se hace conjuntamente con NPK se debe adicionar un kg/ha de boro en el momento de la siembra.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1. DESCRIPCION DEL AREA

2.1.1 Localización de ensayo. Esta investigación se realizó en materas con suelos de la "Zona Bananera del Magdalena" a nivel de sombreador en la "Granja Experimental" de la Universidad del Magdalena, distrito de Santa Marta, departamento del Magdalena, situado al Noreste de Colombia. La cual limita al Norte con el río Manzanares, al Sur con la carretera Troncal del Caribe, la Este con terrenos de propiedad del distrito de Santa Marta y al Oeste con lotes particulares.

Geográficamente la zona se encuentra enmarcada dentro de las coordenadas $74^{\circ} 07'$ y $74^{\circ} 12'$ de longitud oeste con respecto al meridiano de Greenwich y a los $11^{\circ} 11'$ y $11^{\circ} 15'$ de latitud norte con respecto al paralelo del Ecuador.

2.1.2 Características generales del área. La zona de donde se tomó el suelo para el ensayo se encuentra ubicada en el corregimiento de Sevilla,

municipio de Ciénaga, departamento del Magdalena, el cual se encuentra enmarcado dentro de las coordenadas 10° 47' 00" de latitud norte con respecto al paralelo del Ecuador y 74° 13' 00" de longitud oeste con respecto al meridiano de Greenwich.

La Zona Bananera está clasificada ecológicamente como una zona de bosque muy seco tropical (bms - T) (11). Presenta una altura de 20 metros sobre el nivel del mar, con una precipitación promedio anual de 1300 mm; una temperatura media anual de 30°C y una humedad relativa del 84%, es una zona influenciada por los vientos alisios. Los meses de verano intenso o secos van de diciembre a marzo; los de mayor lluvia de abril a junio y de agosto a noviembre, los suelos presentan una textura franco-arenosa, buen drenaje y niveles freáticos profundos.

La zona del ensayo presenta un relieve plano, con una altura de siete metros sobre el nivel del mar, una precipitación media de 700 mm anuales, con temperatura promedio de 29°C y la humedad relativa oscila entre 72 a 74%, está influenciada por los vientos alisios del hemisferio norte que soplan durante los meses de diciembre a abril, especialmente con mayor intensidad que en el resto del año.

El clima de esta zona está clasificado como caliente, de estepa con vegetación xerofítica y lluvias zenitales, con un ecosistema de bosque

seco tropical (bs - T) (11).

2.1.3 Propiedades físicas y químicas del suelo. Los suelos usados de la Zona Bananera del Magdalena presenta una textura Franco-arenosa, de buen drenaje y niveles freáticos profundos. El resultado del análisis de laboratorio se puede observar en la Tabla 1.

2.2 DESARROLLO DEL ENSAYO

El trabajo se inició en el mes de julio de 1995 y culminó en el mes de septiembre del mismo año, periodo en el cual se llevó un registro de actividades.

El diseño utilizado fue el de bloques al azar con (16) tratamientos y (4) replicaciones, para un total de 64 unidades experimentales.

El llenado de materas se hizo con el suelo previamente cernido a dos mm y con un peso de 3,5 Kg/matera.

La siembra se realizó colocando cuatro semillas por matera a una profundidad de 2 a 3 cm, la germinación de la semilla ocurrió a los tres días, a partir de los cuales se contabilizaron 10 días para luego llevar a cabo el raleo, dejando dos plantas por matera.

TABLA 1. Análisis inicial de suelo

M - 1A	
pH	6,69
TEXTURA	F.Ar.A.
POTASIO (K)	0,39 me/100 g de suelo
CALCIO (Ca)	5,93 me/100 g de suelo
MAGNESIO (Mg)	1,95 me/100 g de suelo
SODIO (Na)	0,09 me/100 g de suelo
MATERIA ORGANICA	2,17%
P.S.I.	1,0
C.E.	0,61 mmhos/cm
FOSFORO (P)	22,0 ppm
NITROGENO TOTAL	0,10%
BORO (B)	1,2 ppm
ZINC (Zn)	1,4 ppm

Se realizó una fertilización edáfica con cada uno de los tratamientos a los 11 días después de la germinación de las plántulas (ver Tabla 2), además de la fertilización requerida por el cultivo:

N (UREA) = 200 Kg/Ha

P₂O₅ (S.F.T.) = 70 Kg/Ha

K₂O (Kcl) = 130 Kg/Ha

Se utilizó la variedad frijol Caupica M-11, la cual presenta un período vegetativo entre 50 y 55 días, sistema radicular pivotante bien desarrollado, floración entre 32 y 37 días.

El riego se efectuó antes y después de la siembra. En el transcurso del ciclo vegetativo del cultivo se disminuyó, debido a las frecuentes lluvias.

A partir de los primeros días de germinado el cultivo y aproximadamente durante todo el ciclo del mismo, se presentaron ataques de: Spodoptera sp y Hormigas, las cuales no causaron daño económico, por lo cual no hubo necesidad de hacer control químico y por lo tanto no alteraron los resultados. Sólo se realizó control manual.

Las plagas y enfermedades varían por zonas, de acuerdo a las condiciones ambientales, variedades sembradas y a la calidad de la semilla; durante esta investigación, éstas no fueron de gran importancia, debido a que su

TABLA 2. Tratamientos y números de bloques utilizados en el ensayo de aplicación edáfica de Boro y Zinc en la producción de frijol (*Vigna unguiculata* L.) var. Caupica M-11 en suelos de la Zona Bananera del Magdalena.

TRATAMIENTO	SIMBOLO	DOSIS (kg/Ha)	
		B	Zn
T0	AA1	0 - 0	
T1	AB1	0 - 40	
T2	AC1	0 - 80	
T3	AD1	0 - 120	
T4	BA1	30 - 0	
T5	BB1	30 - 40	
T6	BC1	30 - 80	
T7	BD1	30 - 120	
T8	CA1	50 - 0	
T9	CB1	50 - 40	
T10	CC1	50 - 80	
T11	CD1	50 - 120	
T12	DA1	70 - 0	
T13	DB1	70 - 40	
T14	DC1	70 - 80	
T15	DD1	70 - 120	

BLOQUES	TRATAMIENTOS
I	T0-T14-T5-T3-T13-T8-T10-T4-T11-T1-T6-T7-T9-T12-T2- T1
II	T11-T13-T15-T8-T3-T2-T6-T12-T7-T0-T4-T9-T10-T5-T14-T1
III	T13-T8-T2-T5-T14-T4-T15-T11-T3-T12-T1-T10-T7-T9-T0-T6
IV	T3-T10-T7-T1-T0-T15-T9-T8-T12-T4-T11-T2-T13-T5-T6-T14

incidencia fue mínima.

El control de maleza se realizó manualmente, cada vez que se hizo necesario debido a que era época de invierno. Las malezas presentadas fueron:

Tribulus cistoide L. (Perrito)

Cyperus rotundus L. (Coquito)

Portulaca oleracea L. (Verdolaga)

2.3 PARAMETROS EVALUADOS

2.3.1 Altura de la planta. La lectura se efectuó a los 50 días de germinado el cultivo y se midió con una regla graduada en cm. La medida se tomó a cada una de las plantas desde el nivel del suelo hasta el ápice de la última hoja.

2.3.2 Número de vainas por planta. Se evaluó contando el número de vainas presentes en cada planta por tratamiento.

2.3.3 Longitud de las vainas por planta. Una vez determinado el parámetro anterior, se procedió a medir la longitud de las vainas utilizando una regla graduada en cm.

2.3.4 Número de granos por vaina. Una vez recolectadas las vainas por planta, se contó el número de granos presentes en cada una.

2.3.5 Peso de cien semillas. Después de obtener los rendimientos totales de cada tratamiento, se tomaron 100 semillas al azar de cada uno de ellos y se pesaron en una balanza de precisión.

2.3.6 Producción total en Kg/Ha. Se recolectó la cosecha de cada planta por tratamiento y posteriormente se llevó a Kg/Ha.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos en esta investigación se presentan y discuten a continuación:

3.1 ALTURA DE LA PLANTA

En la Tabla 3 se presentan los resultados de la altura de la planta en cm, de cada uno de los tratamientos, a los 50 días después de la emergencia, mostrándose un promedio general de 88,74 cm. Entre los tratamientos evaluados, la mayor altura correspondió al tratamiento seis (30 Bórax y 40 Oxido de zinc) con 112,2 cm y la menor al tratamiento ocho (50 Bórax y 0 Oxido de zinc) con 65,3 cm de altura.

En el análisis de varianza se encontró que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, (Tabla 4). Al interpretar la prueba de Tuckey (Tabla 5) muestra que no hubo una diferencia significativa para los tratamientos, lo que indica que estos tuvieron un comportamiento similar.

TABLA 3. Altura de las plantas en cm en el cultivo del Frijol Caupí (*Vigna unguiculata* L.) en suelos de la Zona Bananera del Magdalena

	R1	R2	R3	R4	TOTAL	PROM.
TO	77,50	101,00	107,00	109,00	394,50	98,63
T1	63,50	73,00	125,00	88,00	349,50	86,88
T2	107,50	124,00	102,00	93,00	426,50	106,63
T3	107,50	72,50	99,00	113,50	392,50	98,13
T4	77,00	68,00	87,50	70,50	303,00	75,75
T5	118,00	128,00	84,00	100,00	410,00	102,50
T6	81,50	121,00	135,00	111,50	449,00	112,25
T7	74,50	88,00	116,50	102,00	381,00	95,25
T8	64,00	70,50	59,00	68,00	261,50	65,38
T9	73,00	60,50	86,00	86,50	306,00	76,50
T10	63,00	90,50	66,50	94,50	314,50	78,63
T11	121,50	62,50	73,00	114,00	371,00	92,75
T12	70,50	87,50	81,50	115,00	354,50	88,63
T13	62,50	78,00	110,00	72,00	320,50	80,13
T14	74,50	59,00	137,50	88,50	359,50	89,88
T15	84,50	61,50	68,50	76,00	290,50	72,63
S.BLOQ	1.320,50	1.343,50	1.518,00	1.500,00	5.682,00	88,78
PROM.	82,53	83,97	94,88	93,75		

El promedio general fue de 88,78

TABLA 4. Análisis de varianza para la altura de la planta en cm, en el cultivo del frijol Caupí (*Vigna unguiculata* L.) var. Caupica M-11 en suelos de la Zona Bananera del Magdalena.

FV	GL	SC	CM	F. Cal.	f 0,5	f 0,1
Bloque	(4-1) = 3	1984,718	661,57293	1,70380105		
Tratamiento	(16-1) = 15	10446,562	696,43750	1,7935905NS	1,90	2,47
Error	(3x15) = 45	17473,156	388,29236			
Total	(64-1) = 63	29904,437				

NS : NO SIGNIFICATIVO

TABLA 5. Prueba de Tuckey para la altura de las plantas en cm en el cultivo del frijol caupi (*Vigna unguiculata* L.) en suelos de la Zona Bananera del Magdalena

	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15
X	112,25	106,62	102,50	98,62	98,12	95,25	92,75	89,87	88,62	86,87	80,12	78,62	76,50	75,75	72,62	65,37
T0	65,37	46,88	41,25	37,13	33,25	29,88	27,38	24,50	23,25	21,50	14,75	13,25	11,13	10,38	7,25	0,00
T1	72,62	39,63	34,00	29,88	26,00	25,50	22,63	20,13	17,25	16,00	14,25	7,50	6,00	3,88	3,13	0,00
T2	75,75	36,50	30,87	26,75	22,87	22,37	19,50	17,00	14,12	12,87	11,12	4,37	2,87	0,75	0,00	
T3	76,50	35,75	30,12	26,00	22,12	21,62	18,75	16,25	13,37	12,12	10,37	3,62	2,12	0,00		
T4	78,62	33,63	28,00	23,88	20,00	19,50	16,63	14,13	11,25	10,00	8,25	1,50	0,00			
T5	80,12	32,13	26,50	22,38	18,50	18,00	15,13	12,63	9,75	8,50	6,75	0,00				
T6	86,87	25,38	19,75	15,63	11,75	11,25	8,38	5,88	3,00	1,75	0,00					
T7	88,62	23,63	18,00	13,88	10,00	9,50	6,63	4,13	1,25	0,00						
T8	89,87	22,38	16,75	12,63	8,75	8,25	5,38	2,88	0,00							
T9	92,75	19,50	13,87	9,75	5,87	5,37	2,50	0,00								
T10	95,25	17,00	11,37	7,25	3,37	2,87	0,00									
T11	98,12	14,13	8,50	4,38	0,50	0,00										
T12	98,62	13,63	8,00	3,88	0,00											
T13	102,50	9,75	4,12	0,00												
T14	106,62	5,63	0,00													
T15	112,25	0,00														

W (0,05) = 50,59

W (0,01) = 58,86

NS= No hay significación

La correlación simple establecida entre producción en kg/Ha y la altura de las plantas en cm mostró significancia (Gráfica 1), lo cual indica que la altura de la planta incide en la producción.

3.2 NUMERO DE VAINAS POR PLANTA

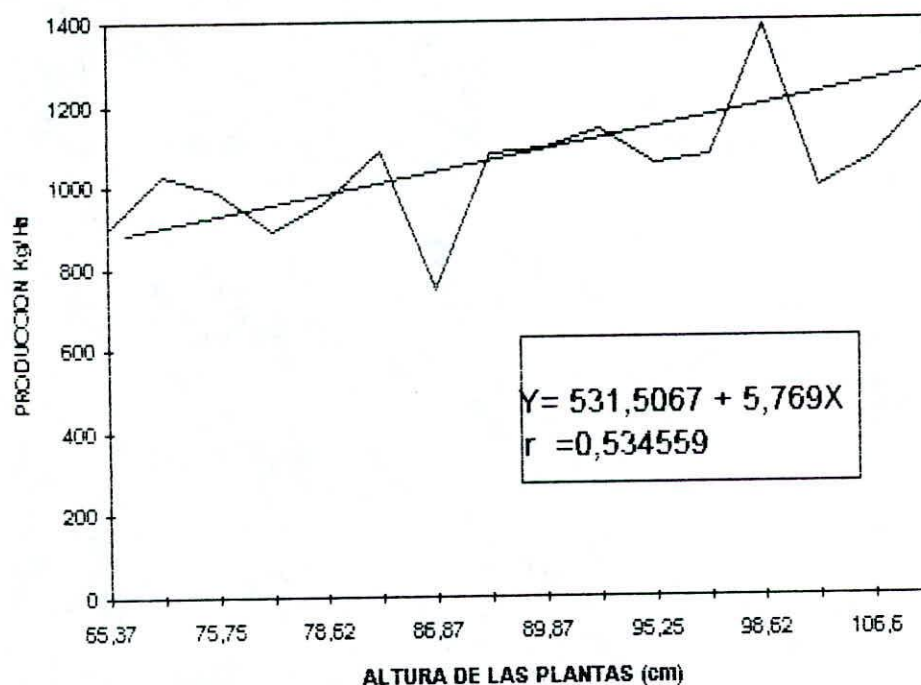
El número de vainas por planta en promedio general fue de 4,68, siendo el tratamiento 13 (70 Bórax y 40 Oxido de zinc) el que produjo el menor número de ellas con 4,1 vainas, mientras que el tratamiento cinco (30 Bórax y 40 Oxido de zinc) con 5,7 vainas fue el que mostró el mayor número de vainas (Tabla 6).

Al estudiar el análisis de varianza (Tabla 7), se observa que no fue significativo para los tratamientos, lo cual indica que tuvieron un comportamiento similar. Comprobación que se hace en la prueba de Tuckey (Tabla 8), donde no se presentó diferencia alguna.

La correlación hecha entre producción y número de vainas por planta, resaltó significancia lo que demuestra que la producción está relacionada con el número de vainas que ellas producen (Gráfica 2).

3.3 LONGITUD DE LA VAINAS POR PLANTA

En la Tabla 9 se puede observar los datos para la longitud de vainas



GRAFICA 1. Correlación simple, realizada entre los parámetros producción en Kg./Ha. y altura de la planta en cm. para cada uno de los tratamientos, en suelos de la Zona Bananera del Magdalena

TABLA 6. Número de vainas por planta en el cultivo del Frijol Caupí (*Vigna unguiculata* L.) en suelos de la Zona Bananera del Magdalena

	R1	R2	R3	R4	TOTAL	PROM.
T0	5,00	4,00	4,50	4,50	18,00	4,50
T1	4,00	3,50	6,50	4,00	18,00	4,50
T2	6,50	4,00	5,50	4,00	20,00	5,00
T3	4,00	5,00	4,00	5,00	18,00	4,50
T4	4,00	4,00	5,50	4,00	17,50	4,38
T5	4,00	6,00	6,00	7,00	23,00	5,75
T6	5,00	6,00	6,50	5,00	22,50	5,63
T7	4,00	4,00	4,00	5,50	17,50	4,38
T8	4,50	3,00	5,00	6,00	18,50	4,63
T9	5,50	3,50	5,00	4,00	18,00	4,50
T10	4,50	5,50	4,00	4,00	18,00	4,50
T11	5,50	3,50	6,00	3,50	18,50	4,63
T12	4,50	4,00	4,50	4,50	17,50	4,38
T13	4,00	4,50	4,00	4,00	16,50	4,13
T14	4,00	4,50	7,00	7,00	22,50	5,63
T15	4,00	4,00	4,00	5,50	17,50	4,38
S.BLOQ	73,00	69,00	82,00	77,50	301,50	
PROM.	4,56	4,31	5,13	4,84		

El promedio general fue de 4,68

TABLA 7. Análisis de varianza para número de vainas por planta en el cultivo de frijol Caupi (*Vigna unguiculata* L.) var. Caupica M-11 en suelos de la Zona Bananera del Magdalena.

FV	GL	SC	CM	F. Cal.	f 0,5	f 0,1
Bloque	(4-1) = 3	5,917968	1,9726562	2,2749999		
Tratamiento	(16-1) = 15	15,464843	1,0309895	1,1890065 ^{NS}	1,90	2,47
Error	(3x15) = 45	39,019531	0,8671016			
Total	(64-1) = 63	60,402344				

NS : NO SIGNIFICATIVO

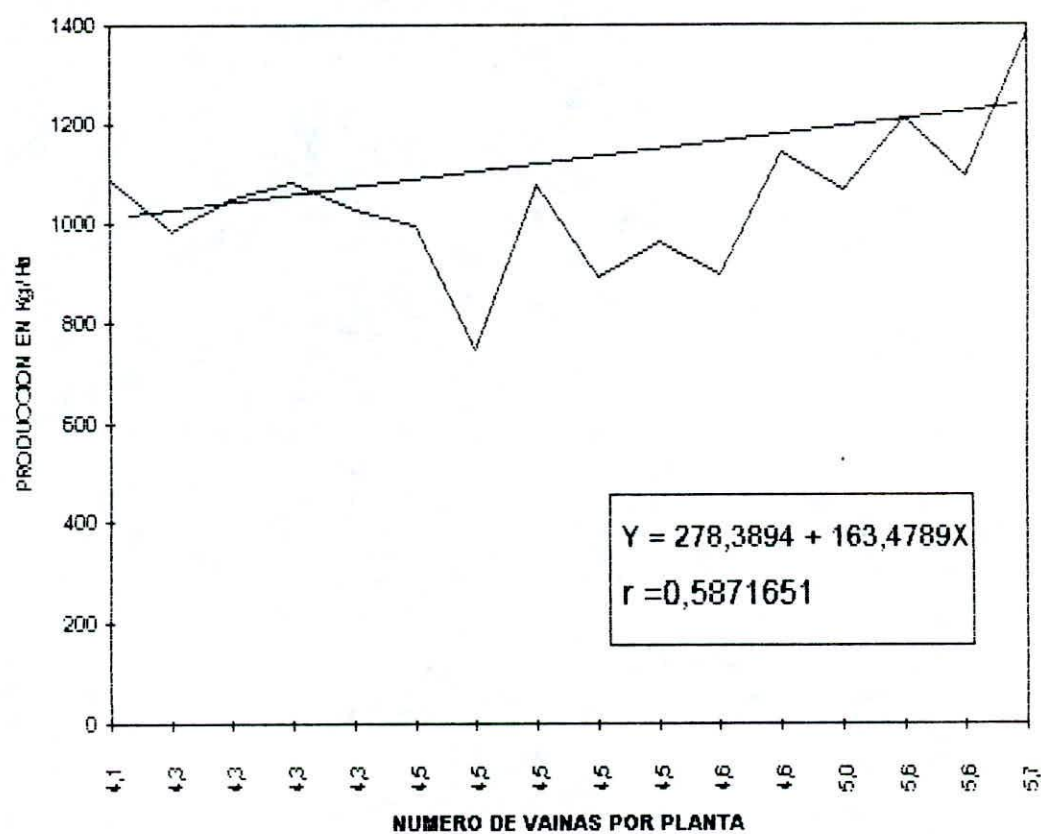
TABLA 8. Prueba de Tuckey para el número de vainas por plantas en el cultivo del frijol caupí (*Vigna unguiculata* L.) en suelos de la Zona Bananera del Magdalena

	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15
X	5,70	5,60	5,60	5,00	4,60	4,60	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,30	4,30	4,30	4,30	4,10
T0	4,10	1,60	1,50	1,50	0,90	0,50	0,50	0,40	0,40	0,40	0,40	0,20	0,20	0,20	0,20	0,00
T1	4,30	1,40	1,30	1,30	0,70	0,30	0,30	0,20	0,20	0,20	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	
T2	4,30	1,40	1,30	1,30	0,70	0,30	0,30	0,20	0,20	0,20	0,20	0,00	0,00	0,00		
T3	4,30	1,40	1,30	1,30	0,70	0,30	0,30	0,20	0,20	0,20	0,20	0,00	0,00			
T4	4,30	1,40	1,30	1,30	0,70	0,30	0,30	0,20	0,20	0,20	0,20	0,00				
T5	4,50	1,20	1,10	1,10	0,50	0,10	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
T6	4,50	1,20	1,10	1,10	0,50	0,10	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00					
T7	4,50	1,20	1,10	1,10	0,50	0,10	0,10	0,00	0,00	0,00						
T8	4,50	1,20	1,10	1,10	0,50	0,10	0,10	0,00	0,00							
T9	4,50	1,20	1,10	1,10	0,50	0,10	0,10	0,00								
T10	4,60	1,10	1,00	1,00	0,40	0,00	0,00									
T11	4,60	1,10	1,00	1,00	0,40	0,00										
T12	5,00	0,70	0,60	0,60	0,00											
T13	5,60	0,10	0,00	0,00												
T14	5,60	0,10	0,00													
T15	5,70	0,00														

W (0,05) = 2,39

W (0,01) = 2,78

NS = No hay significación



GRAFICA 2. Correlación simple, realizada entre producción en Kg/Ha y número de vainas por planta, para cada uno de los tratamientos en suelos de la Zona Bananara del Magdalena

TABLA 9. Longitud de las vainas en cm en el cultivo del Frijol Caupí (*Vigna unguiculata* L.) en suelos de la Zona Bananera del Magdalena

	R1	R2	R3	R4	TOTAL	PROM.
TO	16,60	17,43	15,35	14,76	64,14	16,04
T1	13,93	16,67	12,42	15,10	58,12	14,53
T2	15,35	15,25	13,64	17,25	61,49	15,37
T3	18,30	15,50	16,25	16,13	66,18	16,55
T4	16,00	17,50	13,77	15,87	63,14	15,79
T5	16,88	16,52	16,04	15,85	65,29	16,32
T6	16,36	16,00	13,73	16,10	62,19	15,55
T7	15,07	17,06	15,11	16,30	63,54	15,89
T8	13,75	19,50	14,45	15,81	63,51	15,88
T9	13,27	16,95	15,42	15,18	60,82	15,21
T10	15,73	15,37	16,25	15,75	63,10	15,78
T11	16,31	17,05	15,30	15,35	64,01	16,00
T12	16,72	15,50	16,85	16,53	65,60	16,40
T13	15,25	16,17	18,18	18,37	67,97	16,99
T14	15,07	14,55	14,10	15,72	59,44	14,86
T15	16,06	15,68	17,12	14,86	63,72	15,93
S.BLOQ	250,65	262,70	243,98	254,93	1.012,26	
PROM.	15,87	16,42	15,25	15,93		

El promedio general fue de 15.81

de los distintos tratamientos, cuyo promedio general fue de 15,81 cm. El tratamiento 13 (70 Bórax y 40 Oxido de zinc), fue el que presentó la máxima elongación de sus vainas con 16,9 cm, siendo el tratamiento uno (0 Bórax y 40 Oxido de zinc) con 14,5 cm el que tuvo la menor longitud de sus vainas.

En el análisis de varianza (Tabla 10) y la prueba de Tuckey (Tabla 11) se observa que no hay significación, debido a que los tratamientos tuvieron un comportamiento similar.

Al analizar la respectiva correlación simple, en los parámetros producción en kg/Ha contra longitud de las vainas por planta (Gráfica 3), se puede observar que no se presentó una relación directa significativa, lo cual evidencia que la longitud de las vainas no influyó directamente en la producción.

3.4 NUMERO DE GRANOS POR VAINA

El promedio general del número de granos por vaina en este ensayo del frijol caupí fue de 8,67 granos. El tratamiento cinco (30 Bórax y 40 Oxido de zinc) con 10,40 granos fue el que arrojó los resultados más altos de este parámetro, mientras que el tratamiento uno (0 Bórax y 40 Oxido de zinc) produjo el menor número por vaina con 6,65 granos (Tabla 12).



TABLA 10. Análisis de varianza para longitud de vainas por planta en cm, en el cultivo del frijol Caupí (*Vigna unguiculata* L.) var. Caupica M-11 en suelos de la Zona Bananera del Magdalena.

FV	GL	SC	CM	F. Cal.	f0,5	f0,1
Bloque	(4-1) = 3	0,785482	0,2618273	0,1462828		
Tratamiento	(16-1) = 15	12,562720	0,8375146	0,4679191NS	1,90	2,47
Error	(3x15) = 45	80,544168	1,7898704			
Total	(64-1) = 63	93,892370				

NS : NO SIGNIFICATIVO

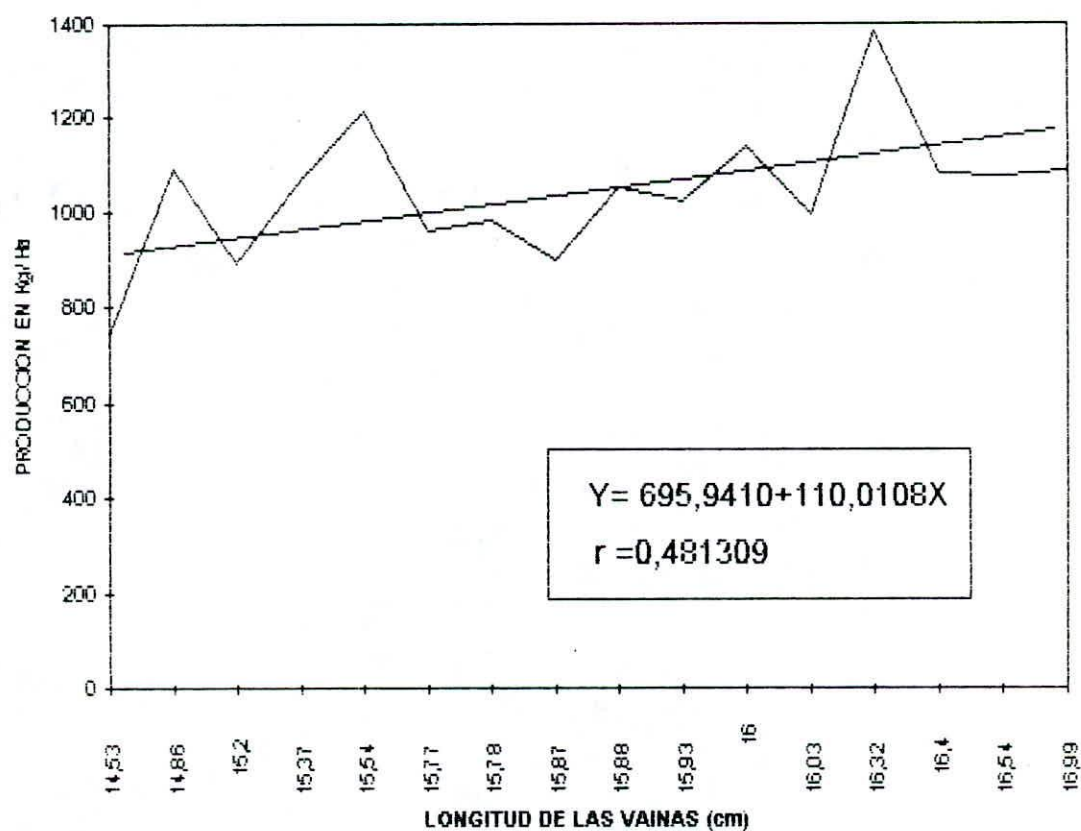
TABLA 11. Prueba de Tuckey para la producción en Kg/Ha en el cultivo del frijol caupí (*Vigna unguiculata* L.) en suelos de la Zona Bananera del Magdalena

	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	
X	16,99	16,54	16,40	16,32	16,03	16,00	15,93	15,88	15,87	15,78	15,77	15,54	15,37	15,20	14,86	14,53	
T0	14,53	2,46	2,01	1,87	1,79	1,50	1,47	1,40	1,35	1,34	1,25	1,24	1,01	0,84	0,67	0,33	0,00
T1	14,86	2,13	1,68	1,54	1,46	1,17	1,14	1,07	1,02	1,01	0,92	0,91	0,68	0,51	0,34	0,00	
T2	15,20	1,79	1,34	1,20	1,12	0,83	0,80	0,73	0,68	0,67	0,58	0,57	0,34	0,17	0,00		
T3	15,37	1,62	1,17	1,03	0,95	0,66	0,63	0,56	0,51	0,50	0,41	0,40	0,17	0,00			
T4	15,54	1,45	1,00	0,86	0,78	0,49	0,46	0,39	0,34	0,33	0,24	0,23	0,00				
T5	15,77	1,22	0,77	0,63	0,55	0,26	0,23	0,16	0,11	0,10	0,01	0,00					
T6	15,78	1,21	0,76	0,62	0,54	0,25	0,22	0,15	0,10	0,09	0,00						
T7	15,87	1,12	0,67	0,53	0,45	0,16	0,13	0,06	0,01	0,00							
T8	15,88	1,11	0,66	0,52	0,44	0,15	0,12	0,05	0,00								
T9	15,93	1,06	0,61	0,47	0,39	0,10	0,07	0,00									
T10	16,00	0,99	0,54	0,40	0,32	0,03	0,00										
T11	16,03	0,96	0,51	0,37	0,29	0,00											
T12	16,32	0,67	0,22	0,08	0,00												
T13	16,40	0,59	0,14	0,00													
T14	16,54	0,45	0,00														
T15	16,99	0,00															

W (0,05) = 3,43

W (0,01) = 3,99

NS = No hay significación



GRAFICA 3. Correlación simple, realizada entre los parámetros producción en Kg/ha y longitud de las vainas por plantas en cm, para cada una de los tratamientos, en suelos de la Zona Bananera del Magdalena

TABLA 12. Número de granos por vaina en el cultivo del Frijol Caupí (*Vigna unguiculata* L.) en suelos de la Zona Bananera del Magdalena

	R1	R2	R3	R4	TOTAL	PROM.
T0	10,30	9,87	7,55	6,11	33,83	8,46
T1	6,62	10,00	5,61	4,37	26,60	6,65
T2	7,69	8,25	6,00	11,75	33,69	8,42
T3	12,87	9,00	8,00	7,80	37,67	9,42
T4	8,62	11,75	7,18	8,50	36,05	9,01
T5	9,75	9,11	12,00	10,75	41,61	10,40
T6	8,90	9,83	7,84	7,50	34,07	8,52
T7	8,87	9,12	7,87	10,36	36,22	9,06
T8	7,22	8,33	6,10	7,58	29,23	7,31
T9	5,81	11,28	8,30	7,37	32,76	8,19
T10	9,00	7,63	9,00	7,75	33,38	8,35
T11	10,25	10,08	8,83	7,92	37,08	9,27
T12	9,88	9,00	9,77	8,88	37,53	9,38
T13	11,10	10,71	8,83	7,28	37,92	9,48
T14	7,37	9,22	5,21	8,85	30,65	7,66
T15	9,37	8,00	11,62	7,81	36,80	9,20
S.BLOQ	143,62	151,18	129,71	130,58	555,09	
PROM.	8,98	9,45	8,11	8,16		

El promedio general fue de 8,67

Al interpretar el análisis de varianza y la prueba de Tuckey (Tabla 13 y 14), se puede manifestar que el comportamiento entre los tratamientos fue similar ya que no hubo significación entre ellos.

En la Gráfica 4, se presenta una relación directamente proporcional entre número de granos por vaina y la producción, debido a que al aumentar el número de granos aumenta la producción.

3.5 PESO DE 100 SEMILLAS

Los datos registrados en la Tabla 15 correspondiente al peso de 100 semillas de los distintos tratamientos, muestran que el promedio general fue de 15,22 gms. Presentando mayor peso el tratamiento cinco (30 Bórax y 40 Oxido de zinc) con 15,62 gms, mientras el tratamiento seis (30 Bórax y 80 Oxido de zinc) con 15,02 gms, mostró el menor peso de 100 semillas.

Al interpretar el análisis de varianza para este parámetro, indicó una diferencia significativa para los tratamientos, (Tabla 16). Al analizar la prueba de Tuckey (Tabla 17), el tratamiento cinco indicó significancia con respecto a los demás, lo que demuestra que ellos se comportaron diferentes frente al tratamiento cinco.

Al analizar la correlación (Gráfica 5) entre producción contra peso de

TABLA 13. Análisis de varianza para número de granos por vaina en el cultivo del frijol Caupí (*Vigna unguiculata* L.) var. Caupica M-11 en suelos de la Zona Bananera del Magdalena.

FV	GL	SC	CM	F. Cal.	f 0,5	f 0,1
Bloque	(4-1) = 3	20,41805	6,8060166	2,5832826		
Tratamiento	(16-1) = 15	52,19150	3,4794333	1,320649 NS	1,90	2,47
Error	(3x15) = 45	118,55875	2,6346388			
Total	(64-1) = 63	191,16830				

NS : NO SIGNIFICATIVO

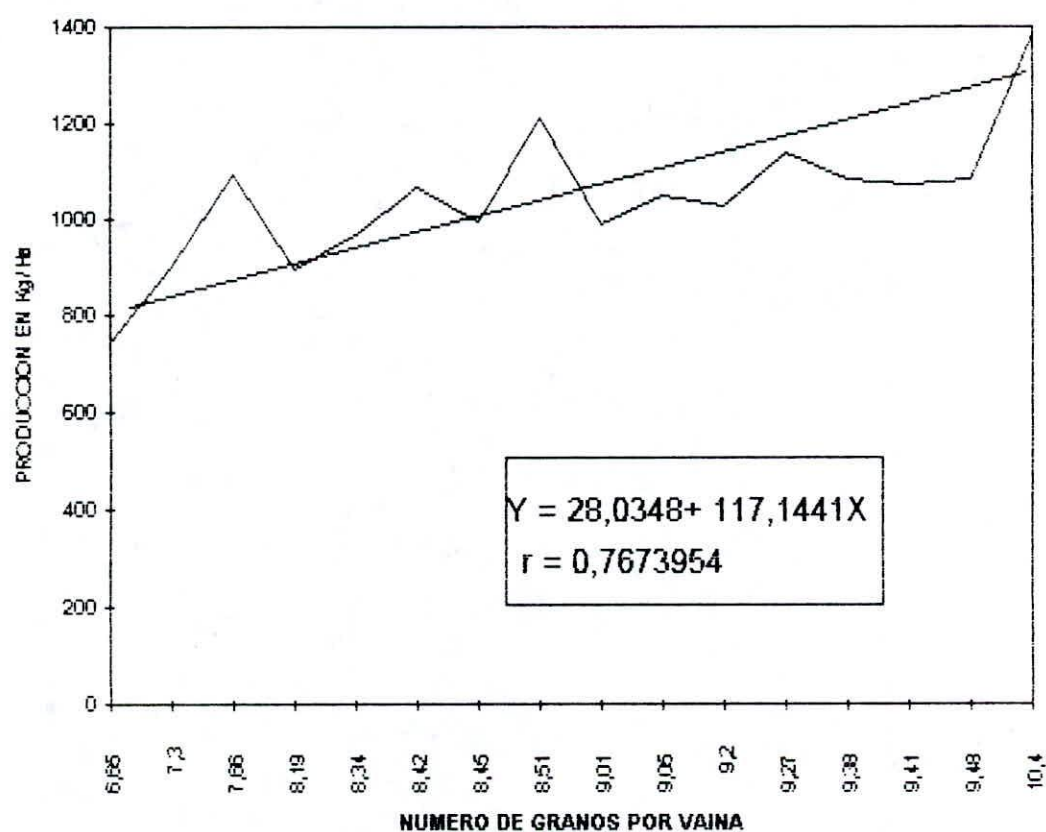
TABLA 14. Prueba de Tuckey para número de granos por vainas en el cultivo del frijol caupí (*Vigna unguiculata* L.) en suelos de la Zona Bananera del Magdalena

	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15
X	10,40	9,48	9,41	9,38	9,27	9,20	9,05	9,01	8,51	8,45	8,42	8,34	8,19	7,66	7,30	6,65
T0	6,63	3,75	2,83	2,76	2,73	2,62	2,55	2,40	2,36	1,86	1,80	1,77	1,69	1,54	1,01	0,65
T1	7,30	3,10	2,18	2,11	2,08	1,97	1,90	1,75	1,71	1,21	1,15	1,12	1,04	0,89	0,36	0,00
T2	7,66	2,74	1,82	1,75	1,72	1,61	1,54	1,39	1,35	0,85	0,79	0,76	0,68	0,53	0,00	
T3	8,19	2,21	1,29	1,22	1,19	1,08	1,01	0,86	0,82	0,32	0,26	0,23	0,15	0,00		
T4	8,34	2,06	1,14	1,07	1,04	0,93	0,86	0,71	0,67	0,17	0,11	0,08	0,00			
T5	8,42	1,98	1,06	0,99	0,96	0,85	0,78	0,63	0,59	0,09	0,03	0,00				
T6	8,45	1,95	1,03	0,96	0,93	0,82	0,75	0,60	0,56	0,06	0,00					
T7	8,51	1,89	0,97	0,90	0,87	0,76	0,69	0,54	0,50	0,00						
T8	9,01	1,39	0,47	0,40	0,37	0,26	0,19	0,04	0,00							
T9	9,05	1,35	0,43	0,36	0,33	0,22	0,15	0,00								
T10	9,20	1,20	0,28	0,21	0,18	0,07	0,00									
T11	9,27	1,13	0,21	0,14	0,11	0,00										
T12	9,38	1,02	0,10	0,03	0,00											
T13	9,41	0,99	0,07	0,00												
T14	9,48	0,92	0,00													
T15	10,40	0,00														

W (0,05) = 4,16

W (0,01) = 4,84

NS = No hay significación



GRAFICA 4. Correlación simple, realizada entre producción en Kg/Ha y número de granos por vaina, para cada uno de los tratamientos en suelos de la Zona Bananera del Magdalena

TABLA 15. Peso de 100 semillas en el cultivo del Frijol Caupí (*Vigna unguiculata* L.) en suelos de la Zona Bananera del Magdalena

	R1	R2	R3	R4	TOTAL	PROM.
TO	15,22	15,26	15,41	15,55	61,44	15,36
T1	14,98	15,01	15,30	15,17	60,44	15,11
T2	15,40	15,03	15,80	14,89	61,12	15,28
T3	15,22	15,26	15,14	15,06	60,68	15,17
T4	14,88	15,07	15,09	15,80	60,84	15,21
T5	15,60	15,40	15,90	15,58	62,48	15,62
T6	14,98	15,02	14,88	15,20	60,08	15,02
T7	15,32	15,41	15,31	15,20	61,24	15,31
T8	15,40	15,32	14,90	15,30	60,92	15,23
T9	15,32	15,20	15,12	15,04	60,68	15,17
T10	15,11	15,08	15,23	15,00	60,40	15,10
T11	15,02	14,98	15,20	15,00	60,20	15,05
T12	15,30	15,22	15,03	15,05	60,60	15,15
T13	15,12	15,60	15,56	15,34	61,62	15,41
T14	15,12	15,18	15,04	15,22	60,56	15,14
T15	15,01	15,21	15,32	15,38	60,92	15,23
S.BLOQ	242,98	243,23	244,23	243,78	974,22	
PROM.	15,19	15,20	15,26	15,24		

El promedio general fue de 15,22

TABLA 16. Análisis de varianza para peso de cien semillas en el cultivo de frijol Caupí (*Vigna unguiculata* L.) var. Caupica M-11 en suelos de la Zona Bananera del Magdalena.

FV	GL	SC	CM	F. Cal.	f 0,5	f 0,1
Bloque	(4-1) = 3	0,058375	0,0194583	0,4451406		
Tratamiento	(16-1) = 15	1,349300	0,0899533	2,0578299*	1,90	2,47
Error	(3x15) = 45	1,967075	0,0437127			
Total	(64-1) = 63	3,258				

* SIGNIFICATIVO

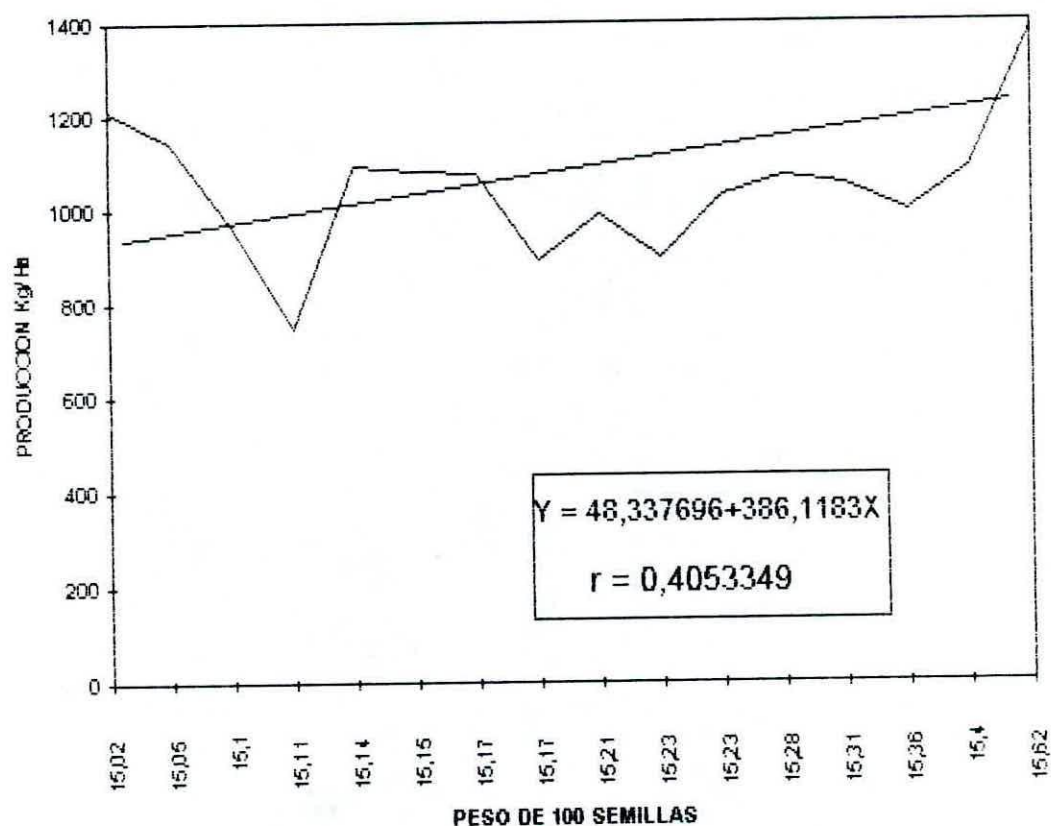
TABLA 17. Prueba de Tuckey para el peso de 100 semillas en el cultivo del frijol caupí (*Vigna unguiculata* L.) en suelos de la Zona Bananera del Magdalena

	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	
X	15,62	15,40	15,36	15,31	15,28	15,23	15,23	15,21	15,17	15,17	15,15	15,14	15,11	15,10	15,05	15,02	
T0	13,02	*0,60	0,38	0,34	0,29	0,26	0,21	0,21	0,19	0,15	0,15	0,13	0,12	0,09	0,08	0,03	0,00
T1	15,05	*0,57	0,35	0,31	0,26	0,23	0,18	0,18	0,16	0,12	0,12	0,10	0,09	0,06	0,05	0,00	
T2	15,10	0,52	0,30	0,26	0,21	0,18	0,13	0,13	0,11	0,07	0,07	0,05	0,04	0,01	0,00		
T3	15,11	0,51	0,29	0,25	0,20	0,17	0,12	0,12	0,10	0,06	0,06	0,04	0,03	0,00			
T4	15,14	0,48	0,26	0,22	0,17	0,14	0,09	0,09	0,07	0,03	0,03	0,01	0,00				
T5	15,15	0,47	0,25	0,21	0,16	0,13	0,08	0,08	0,06	0,02	0,02	0,00					
T6	15,17	0,45	0,23	0,19	0,14	0,11	0,06	0,06	0,04	0,00	0,00						
T7	15,17	0,45	0,23	0,19	0,14	0,11	0,06	0,06	0,04	0,00							
T8	15,21	0,41	0,19	0,15	0,10	0,07	0,02	0,02	0,00								
T9	15,23	0,39	0,17	0,13	0,08	0,05	0,00	0,00									
T10	15,23	0,39	0,17	0,13	0,08	0,05	0,00										
T11	15,28	0,34	0,12	0,08	0,03	0,00											
T12	15,31	0,31	0,09	0,05	0,00												
T13	15,36	0,26	0,04	0,00													
T14	15,40	0,22	0,00														
T15	15,62	0,00															

W (0,05) = 0,53

W (0,01) = 0,62

* - hay significación



GRAFICA 5. Correlación simple, realizada entre los parámetros producción en Kg/Ha y peso de cien semillas en gms, para cada uno de los tratamientos, en suelos de la Zona Bananera del Magdalena.

100 semillas se observó que no existió relación directa ni significativa entre ellos, demostrándose con esto que el peso de 100 semillas no influyó en la producción.

3.6 PRODUCCION EN Kg/Ha

Como se puede observar en la Tabla 18 el promedio general de producción entre los tratamientos aquí evaluados fue de 1.043,7 Kg/Ha, en el tratamiento cinco (30 Bórax y 40 Oxido de zinc) se obtuvo la mayor producción con 1.383,7 Kg/Ha, presentando una diferencia de 388,1 Kg/Ha (28,04%) por encima del testigo comercial, el cual mostró una producción de 995,6 Kg/Ha, mientras que en el tratamiento uno (0 Bórax y 40 Oxido de zinc) se dio la menor producción con 746,8 Kg/Ha.

En el análisis de varianza se encontró que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, (Tabla 19). Al interpretar la prueba de Tuckey (Tabla 20), el tratamiento cinco (30 Bórax y 40 Oxido de zinc) indicó significancia con respecto a los demás, lo que demuestra que ellos se comportaron diferentes frente al tratamiento cinco.

En la Tabla 21 se pueden observar los resultados obtenidos en el análisis final de suelo.

TABLA 18. Producción en Kg/Ha en el cultivo del Frijol Caupí (*Vigna unguiculata* L.) en suelos de la Zona Bananera del Magdalena.

	R1	R2	R3	R4	TOTAL	PROM.
TO	1.344,2	1.012,5	916,6	709,2	3.982,5	995,6
T1	666,6	885,8	1.069,9	364,9	2.987,2	746,8
T2	1.358,3	822,5	921,6	1.166,6	4.269,0	1.067,3
T3	1.254,9	1.166,6	854,2	1.018,3	4.294,0	1.073,5
T4	895,8	1.131,6	1.063,3	854,2	3.944,9	986,2
T5	1.104,9	1.542,5	1.429,2	1.458,3	5.534,9	1.383,7
T6	1.134,9	1.507,5	1.160,8	1.041,6	4.844,8	1.211,2
T7	916,6	945,8	841,6	1.499,9	4.203,9	1.051,0
T8	862,5	668,3	833,3	1.234,2	3.598,3	899,6
T9	745,8	1.037,5	1.006,6	781,6	3.571,5	892,9
T10	1.002,5	1.010,8	971,6	870,8	3.855,7	963,9
T11	1.472,5	1.008,3	1.416,6	666,6	4.564,0	1.141,0
T12	1.070,8	999,9	1.155,8	1.104,2	4.330,7	1.082,7
T13	948,3	992,5	1.282,5	1.116,3	4.341,6	1.085,4
T14	769,2	949,9	1.024,9	1.624,2	4.368,2	1.092,1
T15	973,3	889,9	1.164,2	1.088,3	4.115,7	1.028,9
S.BLOQ	16.521,1	16.571,9	17.112,7	16.601,2	66.806,9	
PROM.	1.032,6	1.035,7	1.069,5	1.037,6		

El promedio general fue de 1.043,8

TABLA 19. Análisis de varianza para producción en Kg/Ha en el cultivo del frijol Caupí (*Vigna unguiculata* L.) var. Caupica M-11 en suelos de la Zona Bananera del Magdalena.

FV	GL	SC	CM	F. Cal.	f0,5	f0,1
Bloque	(4-1) = 3	13771,3	4590,440	0,082059		
Tratamiento	(16-1) = 15	1216714,4	81114,293	1,4500178 ^{NS}	1,90	2,47
Error	(3x15) = 45	2517309,3	55940,207			
Total	(64-1) = 63	3747795,0				

NS : NO SIGNIFICATIVO

TABLA 20. Prueba de Tuckey para la producción en Kg/Ha en el cultivo del frijol caupí (*Vigna unguiculata* L.) en suelos de la Zona Bananera del Magdalena

	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15
X	1383,7	1211,2	1141,0	1092,0	1085,4	1082,7	1073,5	1067,2	1050,9	1026,4	996,6	986,2	963,9	899,6	892,8	746,8
T0	746,8	636,9	464,4	394,2	345,2	338,6	335,9	326,7	320,4	304,1	279,6	248,8	239,4	217,1	152,7	0,0
T1	892,8	490,9	318,4	248,2	199,2	192,6	189,9	180,7	174,4	158,1	133,6	102,8	93,4	71,1	6,7	0,0
T2	899,6	484,2	311,7	241,5	192,5	185,9	183,2	174,0	167,7	151,4	126,9	96,1	86,7	64,4	0,0	
T3	963,9	419,8	247,3	177,1	128,1	121,5	118,8	109,6	103,3	87,0	62,5	31,7	22,3	0,0		
T4	986,2	397,5	225,0	154,8	105,8	99,2	96,5	87,3	81,0	64,7	40,2	9,4	0,0			
T5	996,6	388,1	215,6	145,4	96,4	89,8	87,1	77,9	71,6	55,3	30,8	0,0				
T6	1026,4	357,3	184,8	114,6	65,6	59,0	56,3	47,1	40,8	24,5	0,0					
T7	1050,9	332,8	160,3	90,1	41,1	34,5	31,8	22,6	16,3	0,0						
T8	1067,2	316,5	144,0	73,8	24,8	18,2	15,5	6,3	0,0							
T9	1073,5	310,2	137,7	67,5	18,5	11,9	9,2	0,0								
T10	1082,7	301,0	128,5	58,3	9,3	2,7	0,0									
T11	1085,4	296,3	125,8	55,6	6,6	0,0										
T12	1092,0	291,7	119,2	49,0	0,0											
T13	1141,0	242,7	70,2	0,0												
T14	1211,2	172,5	0,0													
T15	1383,7	0,0														

W (0,05) = 607,25

W (0,01) = 706,59

* Hay significancia

TABLA 21. Análisis final de suelo

	BORO (ppm)	ZINC (ppm)
TESTIGO	1,10	0,99
TRATAMIENTO 1	1,00	1,45
TRATAMIENTO 2	1,05	2,10
TRATAMIENTO 3	1,02	2,60
TRATAMIENTO 4	1,20	1,30
TRATAMIENTO 5	1,28	1,33
TRATAMIENTO 6	1,25	2,21
TRATAMIENTO 7	1,25	2,77
TRATAMIENTO 8	1,32	1,27
TRATAMIENTO 9	1,40	1,32
TRATAMIENTO 10	1,39	2,39
TRATAMIENTO 11	1,45	2,63
TRATAMIENTO 12	1,80	1,10
TRATAMIENTO 13	1,93	1,53
TRATAMIENTO 14	1,82	2,69
TRATAMIENTO 15	1,77	2,83

la máxima producción producida con 30 kg de Bórax y 40 kg de Oxido de zinc por hectárea con 1.383,7 kg de granos por hectárea, al compararse con los rendimientos que debe generar el Caupica M-11 según Muñoz Pineda (17), cuando se aplica boro y zinc se sobrepasa el rendimiento previsto que es de 1200 kg/Ha. Pero cuando se aplica únicamente zinc los rendimientos decaen a 1043,7 kg/Ha, esto indica muy claramente que las exigencias de boro por parte de las plantas no son llenadas por el suelo usado, ya que, los suelos presentaban deficiencia de este elemento.

Por otra parte encontramos que la mayor parte de los resultados demuestran que dosis de 1,2 a 3 kg/Ha son suficientes al suelo para mantener buenas producciones en leguminosas, siempre y cuando los suelos tengan un contenido medio del elemento boro (22).

Murphy y Walsh (18), indican que las aplicaciones al suelo para zinc deben ser de 2,2 a 22,4 kg de zinc por hectárea, aunque otros autores indican que pueden ser de 4 a 8 kg para sacar muy buenas producciones de frijol.

Lo anterior expuesto por Murphy y Walsh (18), coincide con lo encontrado en la presente investigación en donde la mejor respuesta de zinc se obtiene con 40 kg de Oxido de zinc (45%), pero siempre y

cuando que se complemente con una buena dosis de boro.

Cuando se aplican dosis elevadas de los dos productos: boro y zinc, aunque las producciones no decrecen, las plantas no generan las mejores respuestas. Cuando se aplica zinc únicamente la mejor producción se obtiene con 120 kg del producto comercial por hectárea, que está por debajo de lo indicado por Muñoz (17). Pero al aplicar boro únicamente, la producción es muy semejante que cuando se aplica zinc únicamente.

Por lo anterior se puede sugerir que para estos suelos estudiados y teniendo en cuenta el boro y zinc nativo, la mejor dosis a usar sería la de 30 Kg de bórax (12% de pureza) y 40 Kg de Oxido de zinc (45% de pureza) por hectárea.

4. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta la respuesta del frijol caupí (Vigna unguiculata L.) variedad Caupica M-11, las condiciones del suelo usado y el medio ecológico podemos concluir lo siguiente:

1. Que la variedad de frijol Caupica M-11, bajo las características de este suelo responde a las condiciones de boro y zinc.
2. Que las producciones más bajas se generan cuando se hace aplicación de Oxido de zinc únicamente en las dosis de 40 Kg/Ha.
3. Que el testigo ofrece una mejor respuesta que algunos de los tratamientos, pero con respecto a lo indicado por la genética del cultivo se deprime la producción en un 17,3%.
4. La mejor respuesta se obtuvo con aplicación de zinc y boro, cuando se empleó 30 Kg de Bórax (12%) y 40 kg de Oxido de zinc (45%) por hectárea. Generándose un incremento de 15,30% de producción, con

respecto a lo reportado genéticamente por el cultivo

5. Las máximas dosis de zinc incrementan la producción con respecto al cultivo, de las mismas que las máximas dosis de boro.

6. Se sugiere que para el manejo del frijol caupi (Vigna unguiculata L.) variedad Caupica M-11, se deben usar para estos suelos dosis de 40 kg de Óxido de zinc (45%) y 30 kg de bórax (12% o sus equivalentes) por hectárea, siempre y cuando se apliquen edaficamente.

BIBLIOGRAFIA

1. ADRIANO, D.C. et al. Phosphorus-iron and Phosphorus zinc relationship in corn seedling as affected by mineral nutrition. *Agron. J.* 1971. 63: 36-39.
2. BERGER, K.C. Boro in soils and crops. *Adv. in Agron.* 1949. 1: 321-351.
3. ELLIS, B.G. and KNEZEK, B.D. Adsorption reactions of micronutrients in soils. En: *Micronutrients in Agriculture.* Soil Sci. Soc. Am. Madison, Wisc 1972. P 59-78.
4. GARCIA, O.A. Efectos tóxicos de los micronutrientes y otros elementos. En: Seminario "Actualidad y futuro de los micronutrientes en la agricultura". Palmira. Sociedad Colombiana de la ciencia del suelo - Comité regional del Valle. 1990. P. 23-43.
5. GIRALDO, J.D., BERNAL, M., GUERRERO, R. Respuesta de dos variedades de arroz de riego al Nitrógeno, Azufre y Zinc en un inceptisol de los Llanos Orientales. *Suelos Ecuatoriales.* Vol. XVII. Nº 1: 40-49.
6. GORDON, R.B. Boron. En: *Diagnostic criteria for plant and soils.* University of California, Division of Agriculture Sciences. 1966. P. 36-61.

7. GUERRERO, R. El diagnóstico químico de la fertilidad del suelo.
En: Fertilidad de suelos. Sociedad Colombiana de la Ciencia
del Suelo. 1984. P. 185-196.
8. GUPTA, U.C. Boron nutrition of crops. Adv. in Agron. 1979. 31:
273-307.
9. HODGSON, J.F. Chemistry of the micronutrient element in soils.
Adv. in Agron. 1963. 15-119-159.
10. -----, Micronutrients cation complexing in soil solution
II. Complexing of zinc and copper in displacing solution from
calcareous soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 1966. 30: 723-
726.
11. INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI. Monografía
del departamento del Magdalena. Bogotá. 1973. P. 162.
12. LINDSAY, W.L. Inorganic phase equilibria of micronutrients in
soils. En: Micronutrients in agriculture. Soil. Sci. Soc. Am
Madison, Wisc. 1972. P. 41-59.
13. LORA, S.R. Niveles críticos para elementos menores en los suelos.
Programa Nacional de Suelos. Informe de progreso (ICA).
1981. P. 32-34.
14. LUCAS, R.E., KNEZEK, B.D. Climatic and soil conditions
promoting micronutrient deficiencies in plant. En:
Micronutrients in agriculture. Soil. Sci. Soc. Am. Madison,
Wisc. 1972. P. 265-288.
15. MENGEL, K. and KIRKHY, E.A. Principles of plant nutrition.
Intern. Potash inst. Bern. 1982. 655p.
16. MORTVEDT, J.J. Ocurrence of micronutriments in rocks, soils,
plants and fertilizer. Suelos Ecuatoriales. 1978. 9(2): 134 -

140.

17. MUÑOZ, M.A. El cultivo del frijol caupí en la Costa Atlántica. programa de leguminosas ICA, Turipaná - Regional 2. Córdoba: ICA, Enero 1993. 15p. (Boletín didáctico).
18. MURPHY, L.S. and WALSH, L.M. Correction of micronutrient efficiencies with fertilizers. En: Micronutrients in agriculture. Soils Sci. Soc. Am. Madison, Wisc. 1972. P. 347-387.
19. ORTIZ, G. Fertilización de la soya (Glyce max L.) con micronutrientes en suelos del Valle del Cauca. En: Seminario "Actualidad y futuro de los micronutrientes en la agricultura". Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo - Comité Regional del Valle. 1990. P. 267-293.
20. PARKER, D.R. and GADNER, E.H. Factors affecting the mobility and plant availability of boron and some western Oregon soils. Soil. Sci. Soc. Am. J. 1982. 46: 573-578.
21. RAMÍREZ, V.A. Respuesta del sorgo (Sorghum bicolor Moench) a la aplicación de micronutrientes en suelos aluviales del Valle del Cauca. En: Seminario "Actualidad y futuro de los micronutrientes en la agricultura". Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo - Comité Regional del Valle. 1990. P. 189-204.
22. SHORROCKS, M.A. Boron deficiency. Its prevention and cure. Borax holdings limited. London. 1982.
23. STEVENSON, F.J. and ARDAKANY, M.S. Organic matter retention involving micronutrients in soil. En: Micronutrients in agriculture. Soils Sci. Soc. Am. Madison, Wisc. 1972. P. 101-114.
24. TSUI, C. The role of zinc in auxin synthesis in the tomato plant.

Amer. J. Bot. 1978. 35: 172-179.

25. VALLEE, B. and WACKER, E.C. Mettalloprotein. En: Proteins. Academic press. Vol. V. New York. 1970. 192 p.
26. VIETS, F.G. Chemistry and avalability of micronutriments. J. Agric. Food Chem. 1962. 10: 174-178.

